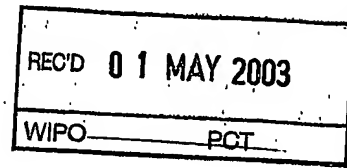


## BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 102 09 426.8

**Anmeldetag:** 5. März 2002

**Anmelder/Inhaber:** Patent-Treuhand-Gesellschaft für elektrische Glühlampen mbH, München/DE

**Bezeichnung:** Kurzbogen-Hochdruckentladungslampe

**IPC:** H 01 J 61/073

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 11. Februar 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Hoß

# **Patent-Treuhand-Gesellschaft für elektrische Glühlampen mbH., München**

## **Kurzbogen-Hochdruckentladungslampe**

### **Technisches Gebiet**

Die Erfindung betrifft eine Kurzbogen-Hochdruckentladungslampe für den Gleichstrombetrieb mit einem Entladungsgefäß, das zwei diametral gegenüberliegend angebrachte Hälse aufweist, in die eine Anode und eine Kathode jeweils aus Wolfram gasdicht eingeschmolzen sind und das eine Füllung aus  
5 zumindest einem Edelgas sowie eventuell Quecksilber enthält. Derartige Lampen werden als Quecksilberbogenlampen insbesondere für die Mikrolithographie in der Halbleiterindustrie zur Belichtung von Wafern eingesetzt und als Xenonbogenlampen für die Kino- und Videoprojektion.

### **Stand der Technik**

Die für den Belichtungsprozess verwendeten Quecksilber-Kurzbogen-Hochdruckentladungslampen müssen eine hohe Lichtintensität im ultravioletten  
10 Wellenlängenbereich – teils eingeschränkt auf wenige Nanometer Wellenlänge - liefern, wobei die Lichterzeugung auf einen kleinen Raumbereich eingrenzt ist.

Intensive Lichterzeugung auf kleinstem Raum ist ebenfalls eine notwendige  
15 Forderung an Xenonbogenlampen für die Kino- und Videoprojektion.

Die daraus abzuleitende Anforderung einer hohen Leuchtdichte kann durch eine Gleichstrom-Gasentladung bei kurzem Elektrodenabstand erzielt wer-

den. Es entsteht dabei ein Plasma mit hoher Lichtemission vor der Kathode. Durch die starke elektrische Energieeinkopplung in das Plasma werden Elektrodentemperaturen erzeugt, die insbesondere bei der Kathode zu einer Schädigung des Materials führen.

- 5 Derartige Kathoden enthalten daher bisher bevorzugt eine Dotierung aus Thoriumoxid  $\text{ThO}_2$ , das während des Lampenbetriebs zu Thorium  $\text{Th}$  reduziert wird, in dieser metallischen Form an die Kathodenoberfläche tritt und dort zur Absenkung der Austrittsarbeit der Kathode führt.

- 10 Mit der Absenkung der Austrittsarbeit geht eine Reduktion der Betriebstemperatur der Kathode einher, die zu einer längeren Lebensdauer der Kathode führt, da bei erniedrigten Temperaturen weniger Kathodenmaterial verdampft.

- 15 Der bisher bevorzugte Einsatz von  $\text{ThO}_2$  als Dotierstoff liegt in der Tatsache begründet, dass die Verdampfung des Dotierstoffs relativ gering ist und daher zu wenig störenden Niederschlägen im Lampenkolben (Schwärzung, Beläge) führt. Die vorzügliche Eignung von  $\text{ThO}_2$  korreliert mit einem hohen Schmelzpunkt des Oxids (3323 K) und Metalls (2028 K).

- 20 Ein Elektrodenrückbrand lässt sich aber auch bei thorierten Kathoden nicht vermeiden, so dass der Lampenlebensdauer durch den Kathodenrückbrand Grenzen gesetzt sind. Dies ist insbesondere bei Lampen mit kurzen Elektrodenabständen – wie sie hier vorliegen – nachteilig, da hier ein geringer Elektrodenrückbrand bereits zu starken Änderungen der lichttechnischen Eigenschaften der Lampe führt. Eine weitere Reduktion des Rückbrands bleibt daher wünschenswert.

- 25 Der entscheidende Nachteil der Verwendung von  $\text{ThO}_2$  ist aber seine Radioaktivität, die Schutzvorkehrungen beim Umgang in der Vormaterial- und Lampenherstellung erforderlich macht. Je nach Aktivität des Produkts sind

auch Auflagen bei Lagerung, Betrieb und Entsorgung der Lampen zu beachten.

Die Lösung des Umweltproblems ist bei Lampen mit hohen Betriebsströmen größer 20 A, wie sie in der Mikrolithographie oder Projektionstechnik verwendet werden, besonders dringend, da diese Lampen aufgrund der Elektroden-  
5 trodengröße eine besonders hohe Aktivität aufweisen.

Zahlreiche Thoriumersatzstoffe sind deshalb untersucht worden. Beispiele hierfür finden sich in „Metallurgical Transactions A, vol. 21A, Dec 1990, S. 3221-3236. Der kommerzielle Einsatz von Ersatzstoffen bei Lampen für die  
10 Mikrolithographie oder Kinoprojektion ist bisher nicht gelungen, da alle Ersatzstoffe durch ihre im Vergleich zu  $\text{ThO}_2$  leichtere Verdampfbarkeit zu ausgeprägten Kolbenbelägen führten.

In der Mikrolithographie hängt die Produktivität der Belichter entscheidend von der Lichtmenge ab, die die Lampe bereitstellt. Kolbenbeläge oder Elektrodenrückbrand reduzieren das verfügbare Nutzlicht und führen zu einem  
15 Produktivitätsverlust der sehr teuren Anlagen aufgrund ansteigender Belichtungszeiten.

### Darstellung der Erfindung

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Kurzbogen-Hochdruckentladungslampe gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 bereitzustellen, die  
20 ohne radioaktive Dotierstoffe im Elektrodenmaterial auskommt, einen geringen Elektrodenrückbrand gewährleistet, der dem erreichten Stand der Technik in Bezug auf den Elektrodenrückbrand nicht nachsteht und die Belagsbildung im Lampenkolben über die Lampenlebensdauer wenn möglich weiter reduziert.

Diese Aufgabe wird bei einer Kurzbogen-Hochdruckentladungslampe mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1 dadurch gelöst, dass zumindest das Material der Kathodenspitze zusätzlich zum Wolfram Lanthanoxid  $\text{La}_2\text{O}_3$  und mindestens ein weiteres Oxid aus der Gruppe  $\text{HfO}_2$  und  $\text{ZrO}_2$  enthält.

Untersuchungen an unterschiedlichen Dotierungsstoffkombinationen hatten ergeben, dass diese Mischoxide auf Basis von  $\text{La}_2\text{O}_3$  günstige Ergebnisse hinsichtlich Belagsbildung und Elektrodenrückbrand zeigen. Der Rückbrand ist sogar geringer als bei thorierten Materialien. Die Dotierung der Kathodenspitze mit  $\text{La}_2\text{O}_3$  oder der gesamten Kathode sollte dabei zwischen 1,0 und 3,5 Gew.% des Kathodenmaterials, besser zwischen 1,5 und 3,0 Gew.% des Kathodenmaterials liegen. Durch die Zugabe von weiteren Oxyden oder Karbiden wurde versucht weitere Verbesserungen zu erzielen. Dabei zeigte sich, dass durch die Zugabe von  $\text{ZrO}_2$  und/oder  $\text{HfO}_2$  in geringen Mengen eine weitere Verbesserung der Eigenschaften hinsichtlich der Emitt verdampfung erzielt werden kann. Die molare Menge  $\text{ZrO}_2$  und  $\text{HfO}_2$  sollte dabei vorteilhaft mindestens 2 % der molaren Menge des  $\text{La}_2\text{O}_3$  betragen, aber gleichzeitig die molare Menge des  $\text{La}_2\text{O}_3$  nicht überschreiten, da die günstige Beeinflussung des Lichtstroms stets mit einem erhöhten Rückbrand der Kathode einhergeht. Ein Überschuss an  $\text{La}_2\text{O}_3$  ist gewährleistet, wenn der Gewichtsanteil an  $\text{HfO}_2$  nicht mehr als das 0.65-fache bzw. der Gewichtsanteil des  $\text{ZrO}_2$  nicht mehr als das 0.38-fache des  $\text{La}_2\text{O}_3$  beträgt.

Die Zugabe des zweiten Oxids hat einen deutlichen Einfluss auf den Lichtstrom und Elektrodenrückbrand während des Lampenbetriebs. Eine Quecksilberbogenlampe mit einer Leistung von 1,75 kW, einem  $\text{La}_2\text{O}_3$ -Gehalt der Kathodenspitze von 2,0 Gew.% sowie einem weiteren Oxid zeigte in Untersuchungen nach 1500 h Betriebsdauer folgende Eigenschaften:

Gehalt zweites Oxid HfO <sub>2</sub> in Gew. %	Lichtstrom bezogen auf 0 h = 100%	Kathodenrückbrand
0,0%	85%	0,22 mm
0,1%	89%	0,21 mm
0,5%	92%	0,31 mm
1,0%	92%	0,43 mm
2,0%	84%	0,55 mm

Gehalt zweites Oxid ZrO <sub>2</sub> in Gew. %	Lichtstrom bezogen auf 0 h = 100%	Kathodenrückbrand
0,1%	87%	0,25 mm
0,5%	94%	0,29 mm
1,0%	86%	0,52 mm
2,0%	74%	0,83 mm

- 5 Bei der Verwendung von thorierten Kathoden (2 Gew.% ThO<sub>2</sub>) wurden folgende Werte beobachtet:

Lichtstrom bezogen auf 0h = 100%	Kathodenrückbrand
94%	0,27 mm

Die Verbesserung des Lichtstromverhaltens von reinen Xenonbogenlampen durch den Zusatz eines zweiten Oxids in Form von  $\text{ZrO}_2$  und/oder  $\text{HfO}_2$  bei der Verwendung von  $\text{La}_2\text{O}_3$ -dotierten Kathoden konnte ebenfalls nachgewiesen werden. Der Oxidzusatz vermindert auch hier den starken Austritt von Dotiersubstanz, der zu einer raschen Kolbenbelagsbildung führt.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Im folgenden soll die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert werden. Es zeigen:

Figur 1 eine erfindungsgemäße Quecksilber-Kurzbogen-Hochdruckentladungslampe, im Schnitt

Figur 2 einen Detailausschnitt der Kathode der Quecksilber-Kurzbogen-Hochdruckentladungslampe gemäß Figur 1

Figur 3 eine erfindungsgemäße Xenon-Kurzbogen-Hochdruckentladungslampe, teilweise im Schnitt

Figur 4 die Elektrodenanordnung der Xenon-Kurzbogen-Hochdruckentladungslampe gemäß Figur 3, in vergrößerter Darstellung

### Bevorzugte Ausführungen der Erfindung

- Figur 1 zeigt im Schnitt eine erfindungsgemäße Quecksilber-Kurzbogen-Hochdruckentladungslampe 1 mit einer Leistung von 1,75 kW. Sie hat einen Kolben 2 aus Quarzglas, der elliptisch geformt ist. Daran schließen sich an zwei gegenüberliegenden Seiten zwei Enden 3 an, die als Kolbenhälse 4 ausgeführt sind und die jeweils Halteteile 8 beinhalten. Die Hälse besitzen einen vorderen konischen Teil 4a, der ein Stützröllchen 5 aus Quarzglas als wesentliche Komponente des Halteteils enthält, und einen hinteren zylindrischen Teil 4b, der die abdichtende Einschmelzung bildet. Der vordere Teil 4a weist einen Einzug 6 von 5 mm Länge auf. Daran schließt sich jeweils ein Stützröllchen 5 mit zentraler Bohrung an, das konisch geformt ist. Sein Innendurchmesser ist 7 mm, sein Außendurchmesser am vorderen Ende ist 11 mm, der Außendurchmesser am hinteren Ende ist 15 mm. Die Wandstärke des Kolbens 2 in diesem Bereich ist etwa 4 mm. Die axiale Länge des Stützröllchens ist 17 mm.
- In der Bohrung des ersten Stützröllchens ist ein Schaft 10 einer Kathode 7 mit einem Außendurchmesser von 6 mm axial geführt, der bis in das Entladungsvolumen reicht, und dort ein integrales Kopfteil 25 trägt. Der Schaft 10 ist über das Stützröllchen 5 hinaus nach hinten verlängert und endet an einem Teller 12, an den sich die abdichtende Einschmelzung in Form eines zylindrischen Quarzblocks 13 anschließt. Dahinter folgt ein zweiter Teller 14, der mittig eine Außenstromzuführung in Form eines Molybdänstabs 15 hält. An der Außenfläche des Quarzblocks 13 sind vier Folien 16 aus Molybdän in an sich bekannter Weise entlanggeführt und an der Wand des Kolbenhalses gasdicht eingeschmolzen.
- In ähnlicher Weise ist die Anode 26, bestehend aus separatem Kopfteil 18 und Schaft 19, in der Bohrung des zweiten Stützröllchens 5 gehalten.



In Figur 2 ist die Kathode 7 und das Halteteil 8 im Detail gezeigt. Die Kathode 7 setzt sich aus einem kreiszylindrischen Schaft 10 von 36 mm Länge und einem Kopf 25 von 20 mm Länge zusammen, wobei der Kopf 25 wie der Schaft einen Außendurchmesser von 6 mm aufweist. Das der Anode zugewandte Ende des Kopfes 25 ist als Spitze 11 mit einem Spitzenwinkel  $\beta$  von 60° ausgebildet und besitzt ein plateauförmiges Ende 27 mit einem Durchmesser von 0,5 mm. Das Halteteil besteht aus Stützröllchen 5 und mehreren Folien in dessen Bohrung.

10 Zur mechanischen Trennung von Stützröllchen und Schaft ist eine Folie 24 mehrmals (zwei bis vier Lagen) um den Schaft herumgewickelt. Ein Paar schmaler Folien 23, die einander auf der gewickelten Folie 24 gegenüberliegen, dient der Fixierung des Stützröllchens. Zu diesem Zwecke stehen sie entladungsseitig über das Stützröllchen über und sind nach außen umgebogen. Das Material der Spitze 11 der Kathode 7 weist neben Wolfram eine Dotierung von 2,0 Gew.%  $\text{La}_2\text{O}_3$  sowie 0,5 Gew.%  $\text{ZrO}_2$  auf.

Die erfindungsgemäße Quecksilber-Kurzbogen-Hochdruckentladungslampe besitzt ein Entladungsgefäß mit einem Volumen von 134 cm<sup>3</sup>, das mit 603 mg Quecksilber sowie Xenon mit einem Kaltfülldruck von 800 mbar gefüllt ist.

20 Der Betriebsstrom der Lampe mit einem Elektrodenabstand von 4,5 mm liegt bei 60 A.

Die Lampe kann alternativ ausschließlich mit Xenon gefüllt werden, wobei der Kaltfülldruck dann 12 bar beträgt. Eine solche Xenon-Kurzbogenlampe erreicht bei 1,75 kW einen Betriebsstrom von 79 A.

25 In Figur 3 ist eine erfindungsgemäße Kurzbogen-Hochdruckentladungslampe 28 mit einer reinen Xe-Füllung dargestellt. Die Lampe 28 mit einer Leistungsaufnahme von 3 kW besteht aus einem rotationssymmetrischen Lampenkolben 29 aus Quarzglas an dessen beiden Enden je ein Lampenhals 30, 31 ebenfalls aus Quarzglas angesetzt ist. In den einen Hals 30 ist ein E-

lektrodenstab 32 einer Kathode 33 gasdicht eingeschmolzen, dessen inneres Ende einen Kathodenkopf 34 trägt. In den anderen Lampenhals 31 ist ebenfalls ein Elektrodenstab 35 einer Anode 36 gasdicht eingeschmolzen, an dessen innerem Ende ein Anodenkopf 37 befestigt ist. An den äußeren Enden der Lampenhälse 30, 31 sind Sockelsysteme 38, 39 zur Halterung und zur elektrischen Kontaktierung angebracht.

Wie aus der Figur 4 ersichtlich setzt sich der Kathodenkopf 34 aus einem dem Anodenkopf 37 zugewandten kegelförmigen Endabschnitt 34a und einem dem Elektrodenstab 32 zugewandten Endabschnitt 34b mit einem kreiszylindrischen und kegelstumpfförmigen Teilabschnitt zusammen, wobei sich zwischen diesen beiden Abschnitten 34a, 34b ein, als Wärmestaunut bezeichneter, ebenfalls kreiszylindrischer Abschnitt 34c von kleinerem Durchmesser befindet. Die Spitze des dem Anodenkopf 37 zugewandten kegelförmigen Endabschnitts 34a des Kathodenkopfs 34 mit einem Kegelwinkel  $\alpha$  von  $40^\circ$  ist als Halbkugel mit einem Radius R von 0,6 mm ausgebildet.

Der Anodenkopf 37 besteht aus einem kreiszylindrischen Mittelabschnitt 37a mit einem Durchmesser D von 22 mm und zwei kegelstumpfförmigen Endabschnitten 37b, 37c die dem Kathodenkopf 34 bzw. dem Elektrodenstab 35 zugewandt sind. Der dem Kathodenkopf 34 zugewandte kegelstumpfförmige Endabschnitt 37c besitzt ein Plateau AP mit einem Durchmesser von 6 mm. Alle Abschnitte der beiden Elektroden 33, 36 bestehen aus Wolfram. Zusätzlich weist der kegelförmige Endabschnitt 34a des Kathodenkopfes 34 eine Dosierung von 2,0 Gew.%  $\text{La}_2\text{O}_3$  sowie 0,5 Gew.%  $\text{HfO}_2$  auf.

Die beiden Elektroden 33, 36 sind in der Achse des Lampenkolbens 29 so gegenüberstehend angebracht, dass sich im Heißzustand der Lampe ein Elektrodenabstand bzw. eine Bogenlänge von 3, 5 mm ergibt.

### Patentansprüche

1. Kurzbogen-Hochdruckentladungslampe (1, 28) für den Gleichstrombetrieb mit einem Entladungsgefäß (2, 29), das zwei diametral gegenüberliegend angebrachte Hälse (4; 30, 31) aufweist, in die eine Anode (26, 36) und eine Kathode (7, 33) jeweils aus Wolfram gasdicht eingeschmolzen sind und das eine Füllung aus zumindest einem Edelgas und eventuell Quecksilber enthält, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest das Material der Kathodenspitze (11, 34a) zusätzlich zum Wolfram Lanthanoxid  $\text{La}_2\text{O}_3$  und mindestens ein weiteres Oxid aus der Gruppe Hafniumoxid  $\text{HfO}_2$  und Zirkonoxid  $\text{ZrO}_2$  enthält.
2. Kurzbogen-Hochruckentladungslampe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Kathodenmaterial der gesamten Kathode (7, 34)  $\text{La}_2\text{O}_3$  und mindestens ein weiteres Oxid aus der Gruppe  $\text{HfO}_2$  und  $\text{ZrO}_2$  enthält.
3. Kurzbogen-Hochruckentladungslampe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der  $\text{La}_2\text{O}_3$ -Gehalt des Kathodenmaterials 1,0 bis 3,5 Gew.% beträgt.
4. Kurzbogen-Hochruckentladungslampe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der  $\text{La}_2\text{O}_3$ -Gehalt des Kathodenmaterials 1,5 bis 3,0 Gew.% beträgt.
5. Kurzbogen-Hochruckentladungslampe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die zusätzliche molare Menge Zirkoniumoxid  $\text{ZrO}_2$  und Hafniumoxid  $\text{HfO}_2$  die des  $\text{La}_2\text{O}_3$  am Kathodenmaterial nicht überschreitet.
6. Kurzbogen-Hochruckentladungslampe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die zusätzliche molare Menge Zirkoniumoxid  $\text{ZrO}_2$

und Hafniumoxid  $\text{HfO}_2$  mindestens 2 % der molaren Menge des  $\text{La}_2\text{O}_3$  beträgt.

- 5 7. Kurzbogen-Hochruckentladungslampe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Elektrodenabstand zwischen Anode (26) und Kathode (7) im Entladungsgefäß (2) kleiner gleich 8 mm ist.
8. Kurzbogen-Hochruckentladungslampe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Elektrodenabstand zwischen Anode (36) und Kathode (33) im Entladungsgefäß (29) kleiner gleich 15 mm ist.
- 10 9. Kurzbogen-Hochruckentladungslampe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Lampenstrom bei Betrieb der Lampe (1, 28) größer als 20 A ist.

### Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft eine Kurzbogen-Hochdruckentladungslampe (1) für den Gleichstrombetrieb mit einem Entladungsgefäß (2), das zwei diametral gegenüberliegend angebrachte Hälse (4) aufweist, in die eine Anode (26) und eine Kathode (7) jeweils aus Wolfram gasdicht geschmolzen sind und das eine Füllung aus zumindest einem Edelgas sowie eventuell Quecksilber besitzt. Erfindungsgemäß enthält zumindest das Material der Kathodenspitze (11) zusätzlich zum Wolfram Lanthanoxid  $\text{La}_2\text{O}_3$  und mindestens ein weiteres Oxid aus der Gruppe Hafniumoxid  $\text{HfO}_2$  und Zirkonoxid  $\text{ZrO}_2$ .

Fig. 1

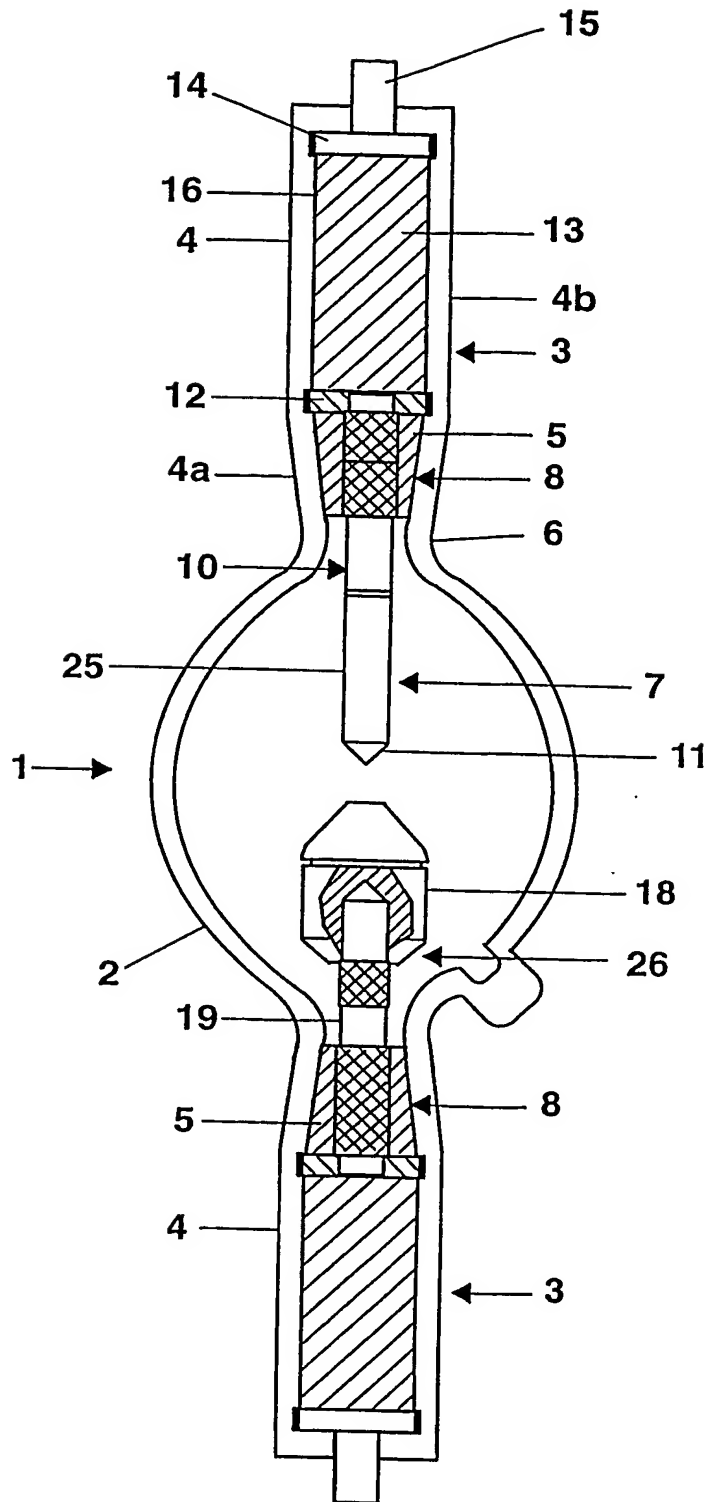


FIG. 1

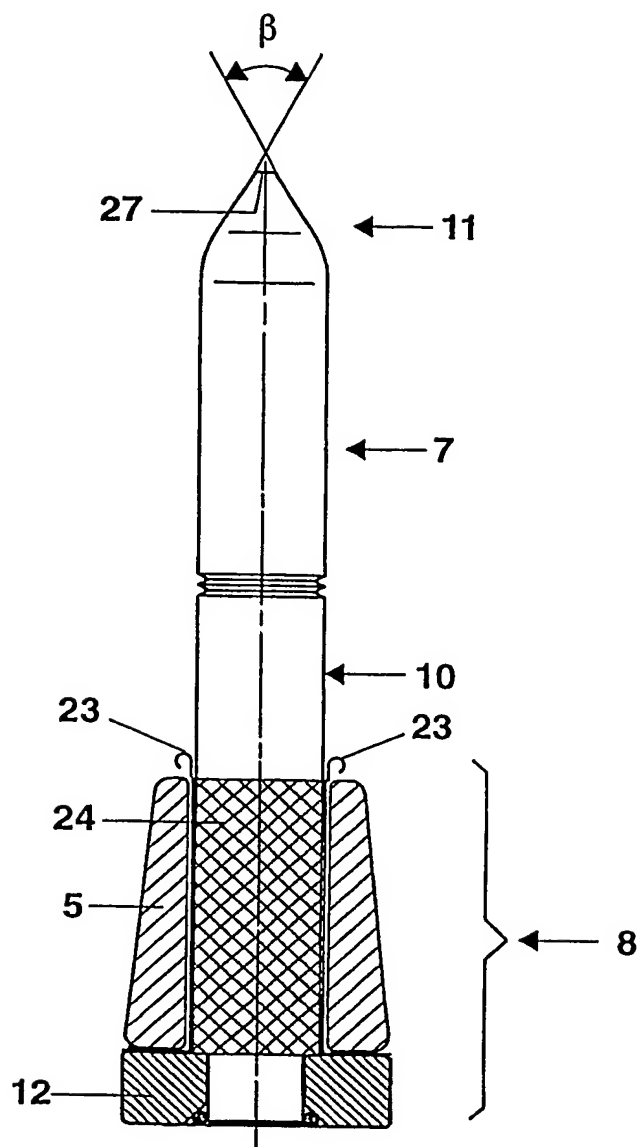


FIG. 2

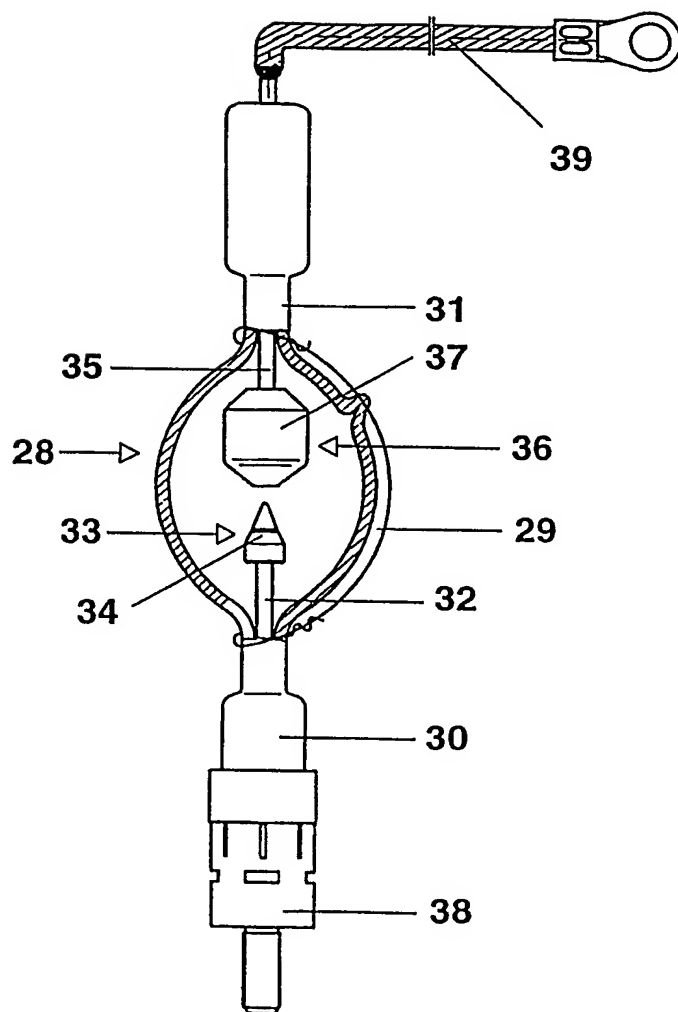


FIG. 3



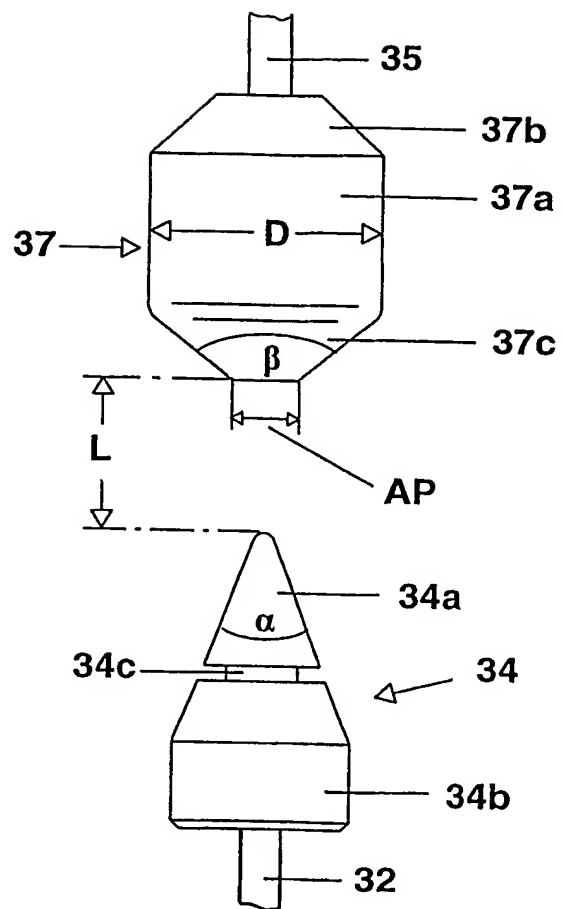


FIG. 4

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**